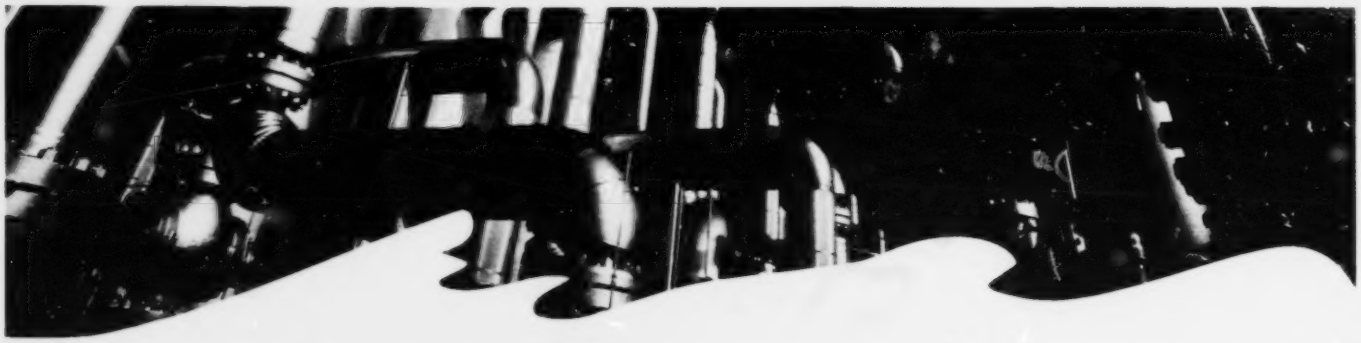


TECHNOLOGIES *Saint-Laurent*

RÉSUMÉ

L'industrie québécoise des pâtes et papiers doit se munir de systèmes d'épuration secondaire pour respecter les nouvelles normes environnementales applicables à ses rejets liquides. La biofiltration permet à la fois la biodégradation des matières organiques solubles et la rétention des matières en suspension par filtration.

Le procédé BIOFOR® a été testé pour évaluer son efficacité dans le traitement biologique des effluents d'une usine intégrée de pâtes et papiers. La DBO_5 et la teneur en MES ont été ramenées à des valeurs conformes aux nouvelles normes environnementales et l'effluent ne présentait plus de toxicité aiguë. Une estimation des coûts du traitement a aussi été effectuée.

EAUX USÉES INDUSTRIELLES

TRAITEMENT DES EFFLUENTS D'UNE USINE INTÉGRÉE DE PÂTES ET PAPIERS PAR BIOFILTRATION AVEC LE PROCÉDÉ BIOFOR®

POINTS SAILLANTS

- **Technologie**
  - Procédé de traitement aérobie applicable aux effluents dilués.
  - Installation compacte.
  - Résistance aux variations de charge de l'effluent.
- **Environnement**
  - Réduction importante des teneurs en matières organiques et matières en suspension.
  - Application aux usines intégrées de pâtes et papiers.
  - Élimination de la toxicité aiguë de l'effluent traité.
- **Économie**
  - Coûts d'immobilisation et d'exploitation comparables aux systèmes de traitement biologique conventionnels.

PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT

Environnement Canada
Conservation et Protection
Centre Saint-Laurent

Environment Canada
Conservation and Protection
St. Lawrence Centre

Degrémont INFILCO

DAISHOWA

OBJECTIFS DU PROJECT

1. Évaluer l'efficacité du procédé BIOFOR® à réduire les polluants conventionnels et à éliminer la toxicité aiguë des effluents d'une usine intégrée de pâtes et papiers incluant un atelier de désencrage;
2. Évaluer le comportement du biofiltre lors de variations de diverses caractéristiques de l'effluent;
3. Caractériser les boues biologiques produites;
4. Déterminer les critères de conception et de fonctionnement, et les coûts de traitement.

ESSAIS

Les essais pilotes ont été conduits pendant cinq mois à l'usine de la compagnie Les Produits forestiers Daishowa ltée à Québec. L'usine fabrique 1400 t/d de papier journal et de carton en utilisant de la pâte mécanique, thermomécanique et désencrée. La DBO_5 de l'effluent est en moyenne de 25 t/d, la charge en MES, de 10 t/d, pour un débit moyen de 120 000 m³/d.

Les essais de traitement avec le procédé BIOFOR® ont été réalisés en conditions réelles sur l'effluent du décanteur primaire qui incluait les eaux usées de l'atelier de désencrage.

PROBLÉMATIQUE

Le secteur des pâtes et papiers est soumis à une nouvelle réglementation imposant une réduction de la DBO_5, des MES et l'élimination de la toxicité aiguë des effluents. Pour respecter ces nouvelles normes, les usines doivent se munir d'un système d'épuration secondaire de leurs effluents.

L'installation de systèmes conventionnels tels les boues activées ou les étangs aérés peut être problématique, surtout pour les usines disposant d'un espace restreint. Dans ces cas, la biofiltration peut s'avérer une option de traitement intéressante. Un projet de démonstration a donc été réalisé à l'usine de la compagnie Les Produits forestiers Daishowa ltée à Québec.

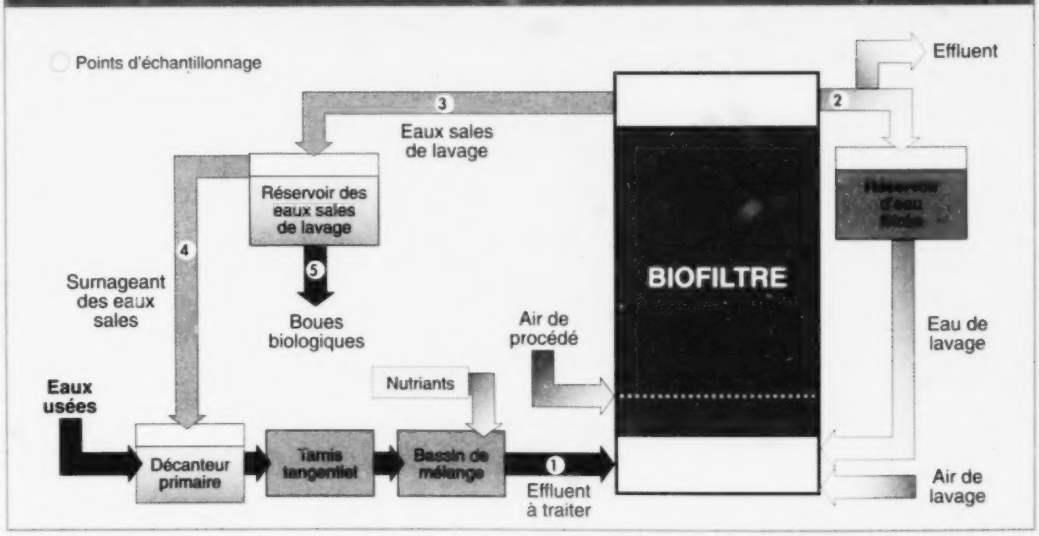
TECHNOLOGIE

Le procédé BIOFOR® est un filtre biologique aéré. Il est constitué d'un matériau granulaire immergé sur lequel est accroché un film bactérien. Le biofiltre assure à la fois la biodégradation des matières organiques solubles par la biomasse fixée et la filtration de l'effluent en retenant les matières en suspension.

L'effluent à traiter et l'oxygène nécessaire à la biodégradation aérobie des matières organiques sont introduits à la base du filtre. Cette disposition à co-courant ascendant d'air et d'eau assure un excellent transfert d'oxygène et permet d'opérer avec des charges et des rendements élevés.

Le procédé BIOFOR® a été développé par la société Degrémont (France) qui détient le brevet d'invention. Le développement et la commercialisation en Amérique du Nord sont assurés par Degrémont Infilco ltée de Lachine (Québec).

SCHÉMA DE L'UNITÉ PILOTE



OBJECTIFS DU PROJECT

1. **Évaluer l'efficacité du procédé BIOFOR® à réduire les polluants conventionnels et à éliminer la toxicité aiguë des effluents d'une usine intégrée de pâtes et papiers incluant un atelier de désencrage;**
2. **Évaluer le comportement du biofiltre lors de variations de diverses caractéristiques de l'effluent;**
3. **Caractériser les boues biologiques produites;**
4. **Déterminer les critères de conception et de fonctionnement, et les coûts du traitement.**

ESSAIS

Les essais pilotes ont été conduits pendant cinq mois à l'usine de la compagnie Les Produits forestiers Daishowa ltée à Québec. L'usine fabrique 1400 t/d de papier journal et de carton en utilisant de la pâte mécanique, thermomécanique et désencrée. La DBO_5 de l'effluent est en moyenne de 25 t/d, la charge en MES, de 10 t/d, pour un débit moyen de 120 000 m³/d.

Les essais de traitement avec le procédé BIOFOR® ont été réalisés en conditions réelles sur l'effluent du décanteur primaire qui incluait les eaux usées de l'atelier de désencrage.

PROBLÉMATIQUE

Le secteur des pâtes et papiers est soumis à une nouvelle réglementation imposant une réduction de la DBO_5, des MES et l'élimination de la toxicité aiguë des effluents. Pour respecter ces nouvelles normes, les usines doivent se munir d'un système d'épuration secondaire de leurs effluents.

L'installation de systèmes conventionnels tels les boues activées ou les étangs aérés peut être problématique, surtout pour les usines disposant d'un espace restreint. Dans ces cas, la biofiltration peut s'avérer une option de traitement intéressante. Un projet de démonstration a donc été réalisé à l'usine de la compagnie Les Produits forestiers Daishowa ltée à Québec.

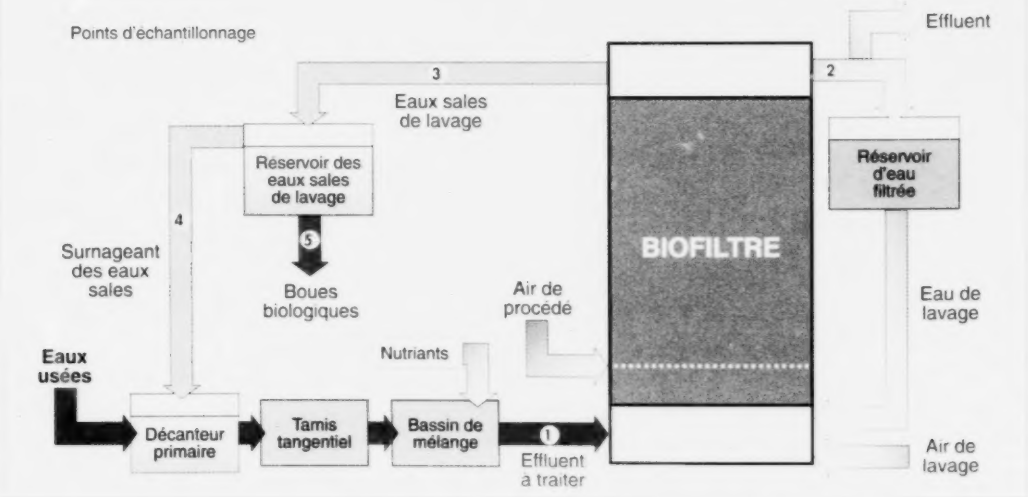
TECHNOLOGIE

Le procédé BIOFOR® est un filtre biologique aéré. Il est constitué d'un matériau granulaire immergé sur lequel est accroché un film bactérien. Le biofiltre assure à la fois la biodégradation des matières organiques solubles par la biomasse fixée et la filtration de l'effluent en retenant les matières en suspension.

L'effluent à traiter et l'oxygène nécessaire à la biodégradation aérobie des matières organiques sont introduits à la base du filtre. Cette disposition à co-courant ascendant d'air et d'eau assure un excellent transfert d'oxygène et permet d'opérer avec des charges et des rendements élevés.

Le procédé BIOFOR® a été développé par la société Degrémont (France) qui détient le brevet d'invention. Le développement et la commercialisation en Amérique du Nord sont assurés par Degrémont Infilco ltée de Lachine (Québec).

SCHÉMA DE L'UNITÉ PILOTE



PROBLÉMATIQUE

Le secteur des pâtes et papiers est soumis à une nouvelle réglementation imposant une réduction de la DBO_5, des MES et l'élimination de la toxicité aiguë des effluents. Pour respecter ces nouvelles normes, les usines doivent se munir d'un système d'épuration secondaire de leurs effluents.

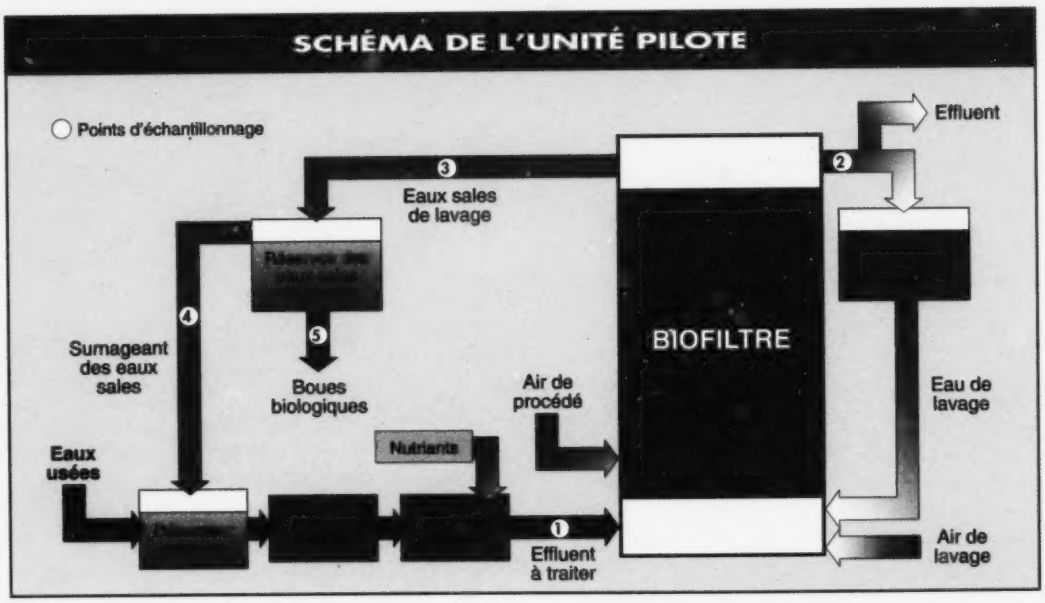
L'installation de systèmes conventionnels tels les boues activées ou les étangs aérés peut être problématique, surtout pour les usines disposant d'un espace restreint. Dans ces cas, la biofiltration peut s'avérer une option de traitement intéressante. Un projet de démonstration a donc été réalisé à l'usine de la compagnie Les Produits forestiers Daishowa ltée à Québec.

TECHNOLOGIE

Le procédé BIOFOR® est un filtre biologique aéré. Il est constitué d'un matériau granulaire immergé sur lequel est accroché un film bactérien. Le biofiltre assure à la fois la biodégradation des matières organiques solubles par la biomasse fixée et la filtration de l'effluent en retenant les matières en suspension.

L'effluent à traiter et l'oxygène nécessaire à la biodégradation aérobie des matières organiques sont introduits à la base du filtre. Cette disposition à co-courant ascendant d'air et d'eau assure un excellent transfert d'oxygène et permet d'opérer avec des charges et des rendements élevés.

Le procédé BIOFOR® a été développé par la société Degrémont (France) qui détient le brevet d'invention. Le développement et la commercialisation en Amérique du Nord sont assurés par Degrémont Infilco ltée de Lachine (Québec).



RÉSULTATS

Efficacité du procédé BIOFOR®

Dans des conditions d'opération stables pendant 24 cycles de filtration, le procédé BIOFOR® a permis de réduire la DBO_5 et les MES de l'effluent aux valeurs fixées par les nouvelles normes, soit à respectivement 5 et 8 kg/tonne de produit fini (moyennes mensuelles). L'effluent ne présentait aucune toxicité aiguë.

Lors d'essais en conditions variables, telles en phase de redémarrage de l'usine et de simulations de variations de la teneur en matières organiques, de la charge massique et de la température de l'effluent, une baisse passagère d'efficacité du biofiltre fut notée, avec retour rapide à son rendement nominal.

Traitabilité des eaux de lavage du biofiltre et caractérisation des boues

Une siccité de 0,8 à 1,4 % par décantation et de 1,7 à 2,3 % par flottation a pu être obtenue avec les eaux de lavage du biofiltre. Ces eaux pourraient être retournées en tête du décanteur primaire car elles présentent la même décantabilité.

Le taux de production de boues avec le filtre BIOFOR® se situait entre 0,75 et 0,95 kg/kg de DBO_5 éliminée. Les boues peuvent être déshydratées à 20 % de siccité avec l'ajout de polymères. Une siccité de 25 % serait possible si ces boues biologiques étaient combinées à celles du décanteur primaire. Les boues ne dégageaient aucune odeur.

Critères de conception et de fonctionnement

La conception du biofiltre est basée sur une charge massique de 5 kg de $DBO_5/m^3/d$. Un taux de filtration de 3,5 $m^3/m^2/h$ a permis de satisfaire cette condition avec un enlèvement de 80 % de la DBO_5 lors des essais en régime stable au débit moyen de 120 000 m^3/d. Si le débit de l'usine était réduit à 100 000 m^3/d, la charge organique nominale pourrait être maintenue en réduisant la charge hydraulique à 2,5 $m^3/m^2/h$.

Coûts du procédé

Les coûts d'immobilisation pour installer le procédé BIOFOR® à l'usine de la compagnie Les Produits forestiers Daishowa ltée à Québec seraient d'environ 2900 $/kg de DBO_5 éliminée sur la base d'un débit de 100 000 m^3/d et d'une charge de 25 000 kg de DBO_5/d. Cette estimation se rapporte à une installation clef en mains comprenant la construction d'un décanteur primaire, des biofiltres, des décanteurs des eaux de lavage et d'un bassin d'urgence, l'installation des postes de pompage, des équipements mécaniques, des instruments de contrôle, de la tuyauterie et des systèmes de préparation des produits chimiques et le traitement des boues. Ces coûts sont comparables à ceux d'un système de traitement par boues activées.

Les coûts d'opération incluant la main-d'oeuvre, les produits chimiques, l'électricité, les pièces de rechange, l'élimination des boues et les analyses de contrôle s'élèvent à environ 0,30 $/kg de DBO_5 éliminée et sont du même ordre que ce qu'il en coûte pour l'opération d'un traitement conventionnel par boues activées.

RÉSULTATS D'ESSAIS AVEC LE PROCÉDÉ BIOFOR®

Paramètres	Eau brute	Eau traitée	Efficacité	Normes de rejets (MENVIQ)
DBO_5	136 à 201 mg/l	24 à 48 mg/l	73 à 85 %	58 mg/l (moyenne mensuelle)
DCO	456 à 618 mg/l	190 à 331 mg/l	41 à 61 %	-
MES	61 à 201 mg/l	19 à 58 mg/l	41 à 79 %	93 mg/l (moyenne mensuelle)
Acides gras	0,7 à 1,5 mg/l	0,1 à 0,6 mg/l	48 à 91 %	-
Acides résiniques	2,4 à 5,3 mg/l	0,1 à 0,7 mg/l	80 à 97 %	-
Toxicité (CL_{50})				
Truites (96 h)	8 à 26 % v/v	100 % v/v	Effluent non toxique	Absence de toxicité aiguë (CL_{50} = 100 % v/v) Truites (96 h) et Daphnia magna (48 h)
Daphnia magna (48 h)	15 à 20 % v/v	100 % v/v		

Remarque : Ces résultats ont été obtenus en régime stable avec une charge hydraulique de 3,5 $m^3/m^2/h$ et une charge organique de 5 kg de $DBO_5/m^3/h$.

POTENTIEL ET LIMITES

Potentiel

Cette démonstration confirme que le procédé BIOFOR® permet de réduire la DBO_5 et les MES et d'éliminer la toxicité aiguë de l'effluent final d'une usine intégrée de pâtes et papiers incluant un atelier de désencrage, conformément aux nouvelles normes gouvernementales.

Le procédé peut opérer avec des pointes de température élevée (45 °C) pendant une courte période et peut récupérer rapidement son rendement nominal après un tel choc. Il peut servir au traitement des effluents dilués des usines de pâtes et papiers et nécessite moins d'espace qu'un traitement conventionnel.

Limites

Le rendement du procédé BIOFOR® pourrait diminuer advenant une augmentation de la concentration de matières organiques dans l'effluent consécutive à une réduction du débit de l'usine. Il serait alors nécessaire de recirculer une partie de l'eau traitée à l'entrée du biofiltre.

Le débit d'air de procédé ne doit pas dépasser 15 $m^3/m^2/h$ pour éviter le relargage de la biomasse durant la filtration et donc l'augmentation des matières en suspension dans l'effluent. Par ailleurs, la présence de particules solides comme des plastiques ou des fibres dans l'effluent pourrait provoquer le colmatage des buses d'aération et d'alimentation du filtre et nécessiterait alors l'installation d'un tamis en amont de ce dernier.

INFORMATIONS

Cette fiche a été rédigée à partir des résultats d'un projet de développement et de démonstration technologique réalisé par la firme Degrémont Infilco ltée avec la collaboration financière et technique de la compagnie Les Produits forestiers Daishowa ltée et du Centre Saint-Laurent.

Pour plus d'informations, s'adresser à :

Ronald Zaloum, ing., Ph. D.
Direction Développement technologique
Centre Saint-Laurent
Environnement Canada
Tél.: (514) 283-4252

M. Jean-Paul Trudel
Degrémont Infilco ltée
Tél.: (514) 634-8011

Les fiches d'information Technologies Saint-Laurent sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles sont produites par la direction Développement technologique du Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors des projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les quatre secteurs suivants : eaux usées industrielles, sols contaminés, déchets dangereux et sédiments contaminés.

Vous pouvez obtenir gratuitement les fiches en vous adressant à :
CENTRE SAINT-LAURENT
Conservation et Protection
Environnement Canada
105, rue McGill, 4e étage
Montréal (Québec) H2Y 2E7
Tél. : (514) 283-7000

Production :
Claire Marier, M. Sc., M.B.A.
Révision du texte:
Monique Simond
Rédaction :
Elisabeth Gilbert, M.Ing.
Association québécoise des techniques de l'eau
Pierre Sylvestre, ing., M.Sc.
Centre Saint-Laurent
Réalisation graphique :
Marcel Champagne
Communications Le Sceau Inc.
Impression :
Boulanger inc.

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement
© Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1993
N° de cat.: En 1-17/6-1993F
ISSN : 1188-7990
ISBN : 0-662-98247-9

Mars 1993
Also available under the title : *Treatment of integrated pulp and paper mill effluent by biofiltration using the BIOFOR® process.*

Canada

POTENTIEL ET LIMITES

Potentiel

Cette démonstration confirme que le procédé BIOFOR® permet de réduire la DBO_5 et les MES et d'éliminer la toxicité aiguë de l'effluent final d'une usine intégrée de pâtes et papiers incluant un atelier de désencrage, conformément aux nouvelles normes gouvernementales.

Le procédé peut opérer avec des pointes de température élevée (45 °C) pendant une courte période et peut récupérer rapidement son rendement nominal après un tel choc. Il peut servir au traitement des effluents dilués des usines de pâtes et papiers et nécessite moins d'espace qu'un traitement conventionnel.

Limites

Le rendement du procédé BIOFOR® pourrait diminuer advenant une augmentation de la concentration de matières organiques dans l'effluent consécutive à une réduction du débit de l'usine. Il serait alors nécessaire de recirculer une partie de l'eau traitée à l'entrée du biofiltre.

Le débit d'air de procédé ne doit pas dépasser 15 $m^3/m^2/h$ pour éviter le relargage de la biomasse durant la filtration et donc l'augmentation des matières en suspension dans l'effluent. Par ailleurs, la présence de particules solides comme des plastiques ou des fibres dans l'effluent pourrait provoquer le colmatage des buses d'aération et d'alimentation du filtre et nécessiterait alors l'installation d'un tamis en amont de ce dernier.

INFORMATIONS

Cette fiche a été rédigée à partir des résultats d'un projet de développement et de démonstration technologique réalisé par la firme Degrémont Infilco ltée avec la collaboration financière et technique de la compagnie Les Produits forestiers Daishowa ltée et du Centre Saint-Laurent.

Pour plus d'informations, s'adresser à :

Ronald Zaloum, ing., Ph. D.
Direction Développement technologique
Centre Saint-Laurent
Environnement Canada
Tél.: (514) 283-4252

M. Jean-Paul Trudel
Degrémont Infilco ltée
Tél.: (514) 634-8011